

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-035358

(43)Date of publication of application : 05.02.1990

(51)Int.Cl.

G01N 33/48

A61B 10/00

(21)Application number : 63-185145

(71)Applicant : TOA MEDICAL ELECTRONICS  
CO LTD

(22)Date of filing : 25.07.1988

(72)Inventor : TANIGUCHI KEIJI

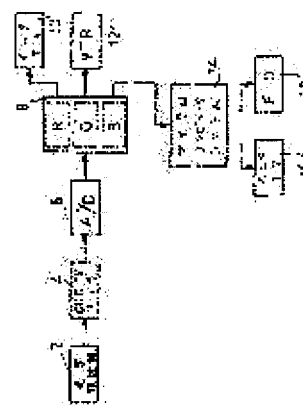
## (54) IMAGE PROCESSING METHOD FOR TAKING OUT GLANDULAR CAVITY OF STOMACK TISSUE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To detect a glandular cavity from the image of the tissue of a stomach accurately by newly providing a step for taking out a tubule region other than a nucleus, and taking out a part, wherein the tubule part or a lumen region other than the nucleus is pressure in a boundary in which the nucleus is made to be a thin line, as a glandular cavity.

**CONSTITUTION:** A color signal which is formed by picking up an image with a color image sensing device 4 is stored in an image memory 8. A microcomputer system 14 takes out the lumen region of the tissue of a stomach from the variable color density image which is stored in the memory. Then a region which is regarded as a glandular cavity region other than a nucleus is taken

out 23. Thereafter, a region which is regarded as the nucleus region is taken out 24. Then, each extracted region is made to be thin line. Furthermore, a closed curve is formed. In this way, a temporary boundary line between the glandular cavity and a framework is obtained. Then, a region, wherein said lumen or the glandular cavity excluding the nucleus is included, the independent nucleuses are fewer than the specified number and the degree of agreement between the boundary line and the nuclear region exceeds a specified value, is taken out of the region surrounded by said boundary line. In this way, the glandular cavity region is



5/2/2008

determined.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-35358

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月5日

G 01 N 33/48  
A 61 B 10/00

M 7055-2G  
M 7259-4C

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全14頁)

⑮ 発明の名称 胃組織の腺腔を抽出するための画像処理方法

⑯ 特 願 昭63-185145

⑰ 出 願 昭63(1988)7月25日

⑱ 発 明 者 谷 口 慶 治 福井県福井市上里町十八字18番地

⑲ 出 願 人 東亜医用電子株式会社 兵庫県神戸市中央区港島中町7丁目2番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 清水 哲 外2名

# 明 細 書

## 1 発明の名称

胃組織の腺腔を抽出するための画像処理方法

## 2 特許請求の範囲

(1) 胃組織片に染色を施した組織標本をカラー撮像装置で撮像し、得られた画像から胃組織の腺腔を抽出するための画像処理方法において、

上記カラー撮像装置から得られた赤、緑及び青の撮像信号をA/D変換して、赤色濃淡画像、緑色濃淡画像及び青色濃淡画像を得る濃淡画像の作成過程と、

上記濃淡画像から胃組織の管腔が良く現われている画像を作成し、これから濃度値が上記管腔領域と他の領域との閾値以上である領域を抽出する管腔領域抽出過程と、

上記管腔が良く現われている画像において、濃度値が、胃組織の腺腔の核と、この核を除く腺腔領域及び上記胃組織の間質との、閾値以上であり、かつ上記管腔が良く現われている画像の差分画像において濃度値が上記核を除く腺腔領域と上

記間質との閾値以下である領域を抽出する核を除く腺腔領域の抽出過程と、

上記濃淡画像から上記核が良く現われている画像を作成し、これから濃度値が上記核と他の領域との閾値以下の領域を抽出する核領域の抽出過程と、

上記抽出された核領域を細線化し、さらに閉曲線化することにより腺腔と間質との板の境界線を得る領域分割過程と、

上記境界線で囲まれた領域内に上記管腔または上記核を除く腺腔を含み、かつ孤立核が所定数未満であり、さらに上記境界線と核領域との一致度が所定値以上の領域を抽出する腺腔領域の決定過程とを、

具備する胃組織の腺腔を抽出するための画像処理方法、

(2) 上記管腔領域抽出過程において、上記管腔が良く現われている画像を、上記緑色濃淡画像と青色濃淡画像との対応する画素の差を取ることで得ることを特徴とする請求項1記載の胃組織

の腺腔を抽出するための画像処理方法。

(3) 上記核領域の抽出過程において、上記核が良く現われている画像を、上記赤色濃淡画像と上記青色濃淡画像との対応する画素の差を取ることにによって得ることを特徴とする請求項1または2記載の胃組織の腺腔を抽出するための画像処理方法。

(4) 上記管腔領域抽出過程、核を除く腺腔領域抽出過程または核領域抽出過程において、抽出された領域のうち所定面積未満の孤立した領域を削除することを特徴とする請求項1、2または3記載の胃組織の腺腔を抽出するための画像処理方法。

(5) 上記領域分割過程において、上記閉曲線化は、核領域を拡張した後、細線化することによって、細線を連結させることにより行ない、この閉曲線によって得られた境界線と核領域との一致度が所定値未満の境界線を削除することを特徴とする請求項1、2、3または4記載の胃組織の腺腔を抽出するための画像処理方法。

(6) 上記腺腔抽出過程の後、腺腔の境界線上の或

る画素から、腺腔領域に含まれてなく、かつ核領域でない領域までの最短距離を求め、上記或る画素からの距離が上記最短距離よりも小さく、上記腺腔領域に含まれていない核領域の画素を新たに上記腺腔領域に加えることを特徴とする請求項1、2、3、4または5記載の胃組織の腺腔を抽出するための画像処理方法。

### 3 発明の詳細な説明

#### <産業上の利用分野>

この発明は、染色を施した組織標本をカラー画像装置で撮像して得た画像から、特定組織の像を抽出する方法に関し、特に胃組織画像から腺腔を抽出する画像処理方法に関する。

#### <従来技術>

今日、癌は日本人の死因の第1位を占めており、早期診断の必要性がある。例えば、胃癌の場合、検査方法としては、X線検査、内視鏡検査等があるが、早期発見のためには顕微鏡による胃組織検査が重要である。ところが、顕微鏡による組織検査を行なうには、熟練が必要であり、また時

3

間と労力がかかる。

そこで、胃組織検査を自動化するための前提として、胃組織標本を撮像して得られた画像から、癌が発生した場合に、高頻度で形態異常が見られる腺腔を抽出する方法が考えられている。例えば、(イ) 電子情報通信学会論文誌D VOL. J70-D NO.6第1242頁乃至第1247頁所載の「胃組織画像の腺腔抽出法」、(ロ) 電子情報通信学会論文誌D VOL. J71-D NO.1第176頁乃至第181頁所載の「胃組織画像の腺腔抽出法の改良」にそれぞれ記載された方法がある。これらは、共に染色を施した胃組織標本をカラー画像装置で撮像して得た画像を、画像処理技術を用いて腺腔を抽出する方法である。なお、第20図に示すように、腺腔20は、胃液を通すための管である管腔22と、その回りを取り巻いている細胞群である腺管24とからなり、さらに腺管の核26は腺管24の縁に偏在し、各腺腔20の間には間質が存在する。

(イ)の方法は、核と管腔とを抽出し、核を細線化したものを、腺腔領域と間質との境界線として

4

使用し、この境界線によって完全に管腔が囲まれている場合には腺腔領域とし、この境界線によって完全に管腔が囲まれていない場合には、管腔領域に対し成長等を行なった後に腺腔領域か否かを判定しているものである。

(ロ)の方法は、核の領域が腺腔と間質との境界に位置していること、画像において明度の低いところを谷、高いところを山とすると、核領域は谷に存在していることを利用して、核領域を抽出し、これによって領域分割を行ない、分割された核領域に対してそれが腺腔領域であるか間質であるかを判定するものである。

#### <発明が解決しようとする課題>

腺腔は一般には管腔を有しているが、癌化のために、管腔がつぶれてしまったり、腺腔形成初期において管腔が見られない腺腔も存在する。従って、(イ)の方法のように管腔領域を利用して、腺腔を検出するものでは、上記のような管腔を持たない腺腔を検出することができないという問題点があった。また、(ロ)の方法によれば、管腔を有

5

6

さない腺腔や小面積の腺腔の抽出が可能となるが、間質の核が腺腔（腺管）の核のように円形状に並んでいた場合、その間質領域を腺腔領域と誤って抽出することがあるという問題点があった。

この発明は、核を除く腺管領域を検出する過程を追加することにより、上記の両方法よりも更に正確に腺腔を検出することができる方法を提供することを目的とする。

#### <課題を解決するための手段>

上記の目的を達成するため、この発明による方法では、胃組織片に染色を施した組織標本をカラー撮像装置で撮像し、得られた画像から胃組織の腺腔を抽出するための画像処理方法において、第1図に示すように、濃淡画像作成過程と、管腔の抽出過程と、核を除く腺管領域の抽出過程と、核領域の抽出過程と、領域分割過程と、腺腔領域の決定過程とを具備している。

濃淡画像作成過程は、第3図(a)乃至(c)に示す様に、上記カラー撮像装置から得られた赤、緑及び青の撮像信号をA/D変換して、赤色濃淡西

像、緑色濃淡画像及び青色濃淡画像を得るものである。

管腔の抽出過程は、上記濃淡画像より胃組織の管腔が良く現われている画像を作成し、これから濃度値が上記管腔領域と他の領域との閾値以上である領域、即ち第4図に示すように管腔と目される領域を抽出するものである。

核を除く腺管領域の抽出過程は、上記管腔が良く現われている濃淡画像において、濃度値が、胃組織の腺管の核と、核を除く腺管領域及び上記胃組織の間質との、閾値以上であり、かつ上記管腔が良く現われている画像の差分画像において濃度値が上記核を除く腺管領域と上記間質との閾値以下である領域を抽出し、第5図(b)に示すように核を除く腺管領域と目される領域を抽出するものである。

核領域抽出過程は、第6図(a)に示すように、上記濃淡画像から上記核が良く現われている画像を作成し、これから濃度値が上記核と他の領域との閾値以下の領域を抽出し、第6図(b)に示すよ

7

うに核領域と目される領域を抽出するものである。

領域分割過程は、上記抽出された各領域を細線化し、さらに閉曲線化することにより、第7図(d)に示すように、腺腔と間質との板の境界線を得るものである。

腺腔領域の決定過程は、上記境界線で囲まれた領域内に上記管腔または上記核を除く腺腔を含み、かつ孤立核が所定数未満であり、さらに上記境界線と各領域との一致度が所定値以上の領域を抽出し、腺腔領域を決定するものである。

なお、上記管腔領域抽出過程において、上記管腔が良く現われている画像は、上記緑色濃淡画像と青色濃淡画像との対応する画素の差を取ることで得ることができる。

また、上記核領域の抽出過程において、上記核が良く現われている画像は、上記赤色濃淡画像と上記青色濃淡画像との対応する画素の差を取ることで得ることができる。

上記管腔領域抽出過程、核を除く腺管領域抽出

8

過程または核領域抽出過程において、抽出された領域のうち所定面積未満の孤立した領域を削除して、抽出精度を高めてもよい。

上記領域分割過程において、閉曲線化は、核領域を拡張した後、細線化することによって、細線を連結させることにより行なってもよく、この閉曲線によって得られた境界線と核領域との一致度が所定値未満の境界線を削除して、領域分割精度を高めてもよい。

上記腺腔抽出過程の後、腺腔の境界線上の成る画素から、腺腔領域に含まれてなく、かつ核領域でない領域までの最短距離を求め、上記成る画素からの距離が上記最短距離よりも小さく、上記腺腔領域に含まれていない核領域の画素を新たに上記腺腔領域に加えてもよい。

#### <作用>

人体から採取した胃組織片をスライドガラスに貼付し、染色を施して、組織標本を作成する。これをカラー撮像装置で撮像し、赤、緑、青の撮像信号を得る。これをA/D変換することにより赤

9

10

色濃淡画像、緑色濃淡画像及び青色濃淡画像が得られる。

第20図に示すように、一般に、腺腔20の内部には管腔22が存在している。そこで各濃淡画像のうちから管腔22が比較的良く現われている画像を選び出す。この画像には雑音が含まれていることが多いので、これを除去し、管腔が良く表わされている濃淡画像を得る。この濃淡画像に管腔の濃度と他の領域の濃度との関係を設定して、管腔と目される領域を抽出する。

また、第20図に示すように、管腔22の周囲を腺管24が取り囲んでいる。また、腺管24の核26は、腺管24の縁に偏在している。さらに、核を除く腺管領域28は、濃度値が管腔と核との中間の値を採り、その濃度変化が緩やかであるという特徴を有している。そこで、管腔が良く現われている画像から、核と、核を除く腺管領域及び間質とを識別する閾値以下である領域を抽出して、核を除く腺管領域及び間質を、核と識別する。さらに管腔が良く現われている画像から差分画像を得て、核を

除く腺管と間質とを識別できる閾値によって核を除く腺管と目される領域を抽出する。そして、核を除く腺管領域及び間質と目される領域と、核を除く腺管領域と目される領域の論理積によって核を除く腺管領域を抽出する。

各濃淡画像のうちから核が比較的良く現われている画像を選び出す。この画像には所どころごま出状の雑音が付加されているので、これを除去することによって核が良く現われている濃淡画像を得る。この画像に核と他の領域とを識別できる閾値を用いて、核と目される領域を抽出する。

腺管の核は、腺管の縁、即ち腺腔の縁を囲うように偏在している。従って、核を細線化することによって既わ腺腔領域と間質とを識別することができる。ただし、核領域を細線化したものでは、細線は途中に断線部分があることがあり、これを連結させて閉曲線化し、腺腔領域を抽出するのに有効な境界線を得る。

腺腔は、その内部に管腔または核を除く腺管を含み、かつ孤立核が少なく、さらに腺腔の縁に核

11

が集まっているという特徴を有している。よって、境界線で囲まれた領域内に、管腔または核を除く腺管領域を含み、かつ孤立核が所定数未満であり、さらに、その境界線と核領域との一致度が所定値以上の領域を選び、これらを腺腔と判断している。

#### <実施例>

第2図は、この発明の1実施例を実施するために用いる装置の概略を示すブロック図で、同図において、2は光学顕微鏡で、胃から採取した胃組織をヘマトキシリン・エオジン重染色法で染色した組織標本を拡大するものである。4はこの拡大像を撮像するCCDカラーTVカメラ4である。6はA/D変換器で、CCDカラーTVカメラ4からのR、G、Bの各撮像信号をR、G、B各デジタル撮像信号に変換するものである。8は画像メモリシステム8で、Rメモリ、Gメモリ、Bメモリを有し、R、G、B各デジタル撮像信号をそれぞれ記憶するものである。なお、必要に応じて画像メモリシステム8に記憶されたR、G、

12

B各デジタル撮像信号は、アナログ信号に変換されて、モニタTV10に映しだされたり、VTR12に記録される。

14はマイクロコンピュータシステムで、メモリシステム8のR、G、B各デジタル信号を入力し、後述するような画像処理を行ない、腺腔の抽出をする。16は、必要に応じて腺腔の抽出過程あるいは抽出結果を映しだすためのモニタTV、18は必要に応じて抽出結果を記録するためのフロッピーディスクシステムである。

主に、マイクロコンピュータシステム14にて行なわれる画像処理は、第1図に示したように、濃淡画像の作成過程、管腔の抽出過程、核を除く腺管の抽出過程、領域分割過程、腺腔領域の決定過程及び腺腔領域の補正過程からなる。以下、各過程ごとに順に説明する。

#### (1) 濃淡画像の作成過程

この過程は、胃から採取した胃組織をヘマトキシリン・エオジン重染色法で染色した組織標本を光学顕微鏡2によって拡大し、CCDカラーTV

13

14

カメラ4で撮像し、このカメラ4からの赤、緑及び青の撮像信号をA/D変換器6でA/D変換し、画像メモリシステム8のR、G、Bの各メモリに記憶させるものである。第3図(a)に赤の画像を、同図(b)に緑の画像を、同図(c)に青の画像を示す。組織標本は、ヘマトキシリン・エオジン重染色法で染色しているので、腺管の核は濃い青色に染まり、腺管の細胞質と間質は桃色に染まる。よって赤の画像には核の部分が比較的是っきりと現われ、緑の画像には腺管の部分が比較的是っきりと現われる。青の画像には核も腺管も管腔もはっきりと現われないが、画像を得る際に混入したごま状の雑音が見われている。この雑音の発生原因としては、組織画像を透過光を用いて得ているので、組織中の血球が光ったり、組織標本を作った際に異物が組織中に混入し、その結晶が光る等が考えられる。なお、各画像は、縦×横が80×80画素で、そのサンプリング間隔は、約3.05  $\mu\text{m}$  である。また、これら画像の濃度値は256階調で表わしてあり、濃度値255が最も明るい。

15

## ステップ2

画像GB(i,j)には、管腔の他に、核、核を除く腺管、間質も含まれているが、管腔は背景とほとんど同じ濃度であるので、管腔領域は固定の閾値によって抽出することができる。ここでは、画像GB(i,j)が閾値171以上の領域を管腔としており、次の式によって領域を抽出し、2値化している。

$$T(i,j) = \begin{cases} 1 : GB(i,j) \geq 171 \\ 0 : \text{その他の場合} \end{cases}$$

なお、閾値は場合によっては171以外の値を用いることもある。

## ステップ3

ステップ2で得られた画像は、ステップ1によっても除去されなかった雑音により濃度の高くなった領域も含んでいる。そのため、 $T(i,j) = 1$ である領域のうち、8隣接(上下、左右斜めの8方向)を基礎として数えて、面積(画素数)が10未満のものは雑音と見なし、その値を $T(i,j) = 0$ とする。例えば第10図に示すような場合、1で

17

## (2) 管腔の抽出過程

管腔領域は、第3図(b)に示したように緑の画像に比較的是っきりと現われている。これを用いて管腔を抽出するが、この緑の画像には、ごま状の雑音も含まれている。この雑音を除去するため、緑の画像と青の画像の対応する画素間の差を取る。これは、青の画像には核、核を除く腺管、管腔が現われてなく、雑音が他の画像と同じ位置に見われているからである。第9図にこの過程の各ステップを示す。

## ステップ1

緑の画像G(i,j)と青の画像B(i,j)から次の式により画像GB(i,j)を作成する。

$$GB(i,j) = G(i,j) + B(i,j) + 200$$

ここで、G(i,j)は画素(i,j)における緑の画像の濃度、B(i,j)は画素(i,j)における青の画像の濃度である。上式において、200を加算しているのは、GB(i,j)の濃度値が常に0から255までの値となるようにするためであり、場合によっては200とは異なる値を加算することもある。

16

ある画素数は0であるので、この領域は除去される。この結果得られた $T(i,j) = 1$ の領域を新たに管腔領域とする。

このようにして抽出した管腔領域を第4図に示す。なお、ステップ3では8隣接を基礎として画素数を数えたが、4隣接(上下、左右の4方向)を基礎として画素数を数えてもよい。

## (3) 核を除く腺管領域の抽出過程

腺管によっては、癌のために管腔が破壊されているものや、まだ腺管形成初期段階にあり、いまだに管腔が見られないものもある。従って、管腔の検出のみによって腺管と決定すると、検出精度は低くなる。この点を改善するため、核を除く腺管領域を抽出する。この領域は、細胞の原形質領域であるので、濃度値は核と管腔の中間的な値を取り、濃度変化(差分値)が低いという特徴を有している。この点を利用して、第11図に示すような各ステップによって、核を除く腺管領域を抽出している。

## ステップ4

18

画像  $GB(i, j)$  には、管腔の他に、核、核を除く腺管、間質が含まれ、核を除く腺管と、間質とはほぼ同じ濃度であり、画像  $GB(i, j)$  から管腔を除き、これに対して自動しきい値選択法を適用することにより、核と、核を除く腺管領域及び間質とに、分割する。そこで、画像  $GB(i, j)$  から濃度が 203 以上の領域を取り除くことによって管腔を除く。この閾値が、(2) の過程で用いた閾値と異なっているのは、胃組織の中には粘液質の部分があり、この粘液質の部分は、管腔と、核を除く腺管領域及び間質との中間濃度を持つので、この部分を管腔と区別するためである。なお、この閾値 203 は状況に応じて異なった値のものが使用される。このようにして管腔を除いた領域に対し、自動しきい値選択法を適用して、核と、核を除く腺管及び間質とを、分割する閾値  $CTH$  を決定する。なお、自動しきい値選択法は、各濃度のヒストグラムにおいて、級間分散  $\sigma_a^2$  と、級内分散  $\sigma_b^2$  との比である  $F = \sigma_a^2 / \sigma_b^2$  が最大となる濃度を閾値と選択するものである。

19

## ステップ 6

上記のようにして作成した差分画像  $DGB(i, j)$  のうち、画像  $GB(i, j)$  の濃度が閾値 203 以上の画素、即ち管腔の部分を取り除き、残りの領域に対して自動しきい値選択法を用いて、閾値  $DTH$  を求める。この閾値  $DTH$  を用いることにより、差分値の低い核を除く腺管領域と、差分値の高い間質領域とを分割できる。なお、閾値としては 203 以外の数値を使用することもある。

## ステップ 7

ステップ 4、6 でそれぞれ決定した閾値  $CTH$ 、 $DTH$  を用いて、次式に示すようにして、核を除く腺管領域を抽出する。

$$C(i, j) = \begin{cases} 1; & GB(i, j) \geq CTH \text{ かつ} \\ & DGB(i, j) \leq DTH \\ 0; & \text{その他の場合} \end{cases}$$

さらに、ステップ 3 で抽出した管腔  $T(i, j)$  と上記の  $C(i, j)$  の画像について、次式を満足する領域  $TC(i, j)$  を作る。

## ステップ 5

ステップ 4 で求めた閾値  $CTH$  で核を除く腺管と間質とを抽出することができるが、これから核を除く腺管のみを抽出する必要がある。間質には核が点在しており、リンパ球や血球が侵入したりしていることもある。従って、濃度値の変化が、核を除く腺管よりも激しい。このため、画像  $GB(i, j)$  について差分画像  $DGB(i, j)$  を作成する。この作成はソーベル (Sobel) 法を用いる。即ち、

$$DGB(i, j) = (\Delta x^2 + \Delta y^2)^{1/2}$$

ただし、 $\Delta x$ 、 $\Delta y$  は、

$$\Delta x = \{GB(i-1, j+1) + 2GB(i, j+1) + GB(i+1, j+1)\} - \{GB(i-1, j-1) + 2GB(i, j-1) + GB(i+1, j-1)\}$$

$$\Delta y = \{GB(i+1, j+1) + 2GB(i+1, j) + GB(i+1, j-1)\} - \{GB(i-1, j+1) + 2GB(i-1, j) + GB(i-1, j-1)\}$$

の演算を行なう。なお、差分画像の作成方法としてはソーベル法以外の方法を用いることもできる。

20

$$TC(i, j) = \begin{cases} 1; & T(i, j) = 1 \text{ または} \\ & C(i, j) = 1 \\ 0; & \text{その他の場合} \end{cases}$$

## ステップ 8

ステップ 7 で作成した画像  $TC(i, j)$  には、間質の一部が残っている可能性がある。間質は、核が点在しているので、ステップ 7 でたとえ抽出されていても、その面積は小さなものである。そこで、次のような処理を行なって、間質を取り除く。まず、 $TC(i, j) = 1$  の領域から管腔領域  $T(i, j) = 1$  を取り除き、残った  $TC(i, j) = 1$  の領域を 8 隣接で 1 回縮退する (上下、左右、斜めの 8 方向全てで他の画素と隣接していない画素を削除する)。例えば、第 12 図に示すような領域は 1 回縮退すると、斜線で示したような領域となる。次に縮退された領域の中で 4 隣接での面積 (上下、左右の方向につながっている画素数) が 10 画素未満の領域は、 $TC(i, j) = 0$  とする。例えば第 12 図の場合、縮退後の画素は上下に 2 個つながっているだけであるので、第 12 図の領域は  $T$

21

22



$C(i, j) = 0$  とされる。なお、4 隣接で 10 画素未満の画素を除去するようにしたのは、8 隣接で 10 画素未満のものを除去すると、除去されすぎるからである。最後に、先に取り除いた管腔を再び  $T C(i, j) = 1$  の領域に戻す。こうして補正した 2 値画像を新たな  $T C(i, j)$  とする。

第 5 図 (a) に  $G B(i, j)$  の画像を、同図 (b) 核を除いた腺管領域の抽出画像を、同図 (c) に補正後の  $T C(i, j)$  を示す。

なお、 $T C(i, j)$  に管腔領域を含めているが、これは後述する腺腔領域の決定の処理を簡易化するためである。

#### (4) 核の抽出過程

核は第 3 図 (a) に示したように、赤の濃淡画像に最も良く現われている。よって、この画像を用いて核の抽出を行なう。この過程の各ステップを第 13 図に示す。

##### ステップ 9

赤の濃淡画像  $(i, j)$  にも、ごま塩状の雑音が含まれている。これを除去するために、ステップ 1

2 3

る。なお、閾値としては 135 以外の値を用いることもある。

##### ステップ 11

この閾値  $N T H$  を用いて、次式により核領域を抽出し、2 値画像  $N(j, i)$  を作成する。

$$N(j, i) = \begin{cases} 1 : R B(i, j) \leq N T H \\ 0 : \text{その他の場合} \end{cases}$$

第 6 図 (b) に、このようにして作成した  $N(j, i)$  画像を示す。

#### (5) 領域分割過程

(4) の核抽出過程によって得られた核抽出画像を細線化し、これを用いて、胃組織画像の領域分割を行なう。この各ステップを第 14 図に示す。なお、核抽出画像を領域分割に用いているのは、第 20 図に示したように核が腺腔の周囲を取り囲んだ状態で存在しているからである。

##### ステップ 12

第 6 図 (b) に示すような核抽出画像  $N(i, j)$  を、連結性を 8 隣接としたヒルディッチの方法によって細線化し、第 7 図 (a) に示すような画像  $N$

2 5

と同様に  $R B(i, j)$  画像を次式によって作成する。

$$R B(i, j) = R(i, j) - B(i, j) + 130$$

ただし、 $R(i, j)$  は画素  $(i, j)$  における赤の画像の濃度、 $B(i, j)$  は画素  $(i, j)$  における青の画像の濃度である。定数 130 を加算しているのは、 $R B(i, j)$  の濃度を常に 0 から 255 までの値とするためである。この定数の値は状況によって他の値を用いることもある。このようにして作成した  $R B(i, j)$  画像を第 6 図 (c) に示す。

##### ステップ 10

$R B(i, j)$  画像には、核の他に管腔、核を除く腺管及び間質も含まれている。管腔はステップ 2 と同様に固定の閾値を用いて除去できる。一方、核を除く腺管領域と間質とはほぼ同じ濃度である。従って、画像  $R B(i, j)$  から核を抽出するための閾値は、次のようにして決定する。 $R B(i, j)$  のうち値が例えば 135 以上の画素を管腔として取り除き、残った領域に対し自動しきい値選定法を用いて、核抽出のための閾値  $N T H$  を決定す

2 4

$T(i, j)$  を作成する。この細線が領域分割を行なう上の基本的な各腺腔の境界となる。

##### ステップ 13

細線化画像  $N T(i, j)$  とは別に、核抽出画像  $N(i, j)$  を 8 隣接で 1 回拡張した画像  $N F(i, j)$  を作成する。これは第 15 図に示すように、この拡張は画像  $N T(i, j)$  において、閉曲線とならなかった領域を閉曲線とし、腺腔を取り囲ませ、領域分割ができるようにするためである。

##### ステップ 14

$N T(i, j)$  と  $N F(i, j)$  とを用い、次式により画像  $N S(i, j)$  を作成する。

$$N S(i, j) = N T(i, j) + N F(i, j)$$

この結果、細線化領域は  $N S(i, j) = 2$  (細線化領域と拡張領域とが重なるため)、拡張された領域は  $N S(i, j) = 1$ 、背景は  $N S(i, j) = 0$  となる。 $N S(i, j)$  の画像を第 7 図 (b) に示す。

##### ステップ 15

$N S(i, j) = 2$  の画像、即ち先の細線化領域を保存しながら、再度細線化を行なう。これは、拡

変された領域をそのまま細線化すると、本来の腺腔領域の境界と細線化した線の一致度が低くなるからである。第7図(c)にステップ15の処理結果を示す。

#### ステップ16

上記のような処理をすると、第7図(c)に示すように、孤立点や、端点を持つ枝状の細線及び細線化されなかった領域が生じる。これを除去するため、 $NS(i,j)$ の両素についてその8隣接での連結数を調べる。そして次式により不要な点、線領域を除去し2値化する。

$$NS(i,j) \begin{cases} 1; IN.\{NS(i,j)\} \geq 2 \\ 0; \text{その他の場合} \end{cases}$$

ただし、 $IN.\{NS(i,j)\}$ は画素数 $NS(i,j)$ における8隣接での連結数である。第7図(d)に、この処理結果を示す。

#### ステップ17

分割された領域の統合を行なう。第1段階の統合処理として、境界線上の画素において、RB画像 $(i,j)$ での同じ位置の画素が管腔領域の値、例

27

め、その値が例えば0.59未満の境界を除去する。このように統合処理をした領域分割画像 $NR(i,j)$ とする。なお、上記の数値0.56、0.59は場合によっては他の値を使用することもある。

#### (6) 腺腔領域の決定過程

この過程は、上記のようにして分割された領域に対し、その領域が腺腔であるかどうか判定を行なうものである。この各ステップを第17図に示す。

#### ステップ18

分割された領域を $TC(i,j)$ 画像と比較する。分割された領域内に $TC(i,j) = 1$ なる領域が存在すると、その領域内には管腔または核を除く腺腔領域が存在することになるので、その領域を腺腔候補領域として残し、 $TC(i,j) = 1$ の領域が存在しない場合には、その領域を削除する。

#### ステップ20

腺腔領域は、その内部に孤立核をほとんど含まないという特徴を有する。そこで、孤立核を内部に多く含む腺腔候補領域を除去する。除去する場

えば121に近い値を持つ場合、その境界を除去して、領域の統合を行なう。なお、この管腔領域の値は状況に応じて変更される。

#### ステップ18

ステップ17の統合処理の結果に対し、第2段階の領域統合を行なう。即ち、領域の隣り合う2つの分岐転換の境界線において、次式により核との一致度を調べる。

$$\text{一致度} = \frac{\text{核領域上にある境界の画素数}}{\text{分岐点間にある全画素数}}$$

例えば第16図において、白枠で示したのが境界画素で、Dで示したのが核と一致した境界画素。P、Q、Rは分岐点である。分岐点P、Q間の全画素数は3であり、核と一致した境界画素数は2である。よって一致度は2/3となる。また、分岐点P、R間の全画素数も3であり、核と一致した境界画素数は1であるので、一致度は1/3となる。このようにして求めた一致度が例えば0.56未満の境界を除去し、領域を統合する。このようにして統合したものに対し、再度一致度を同様に変

28

合の孤立核の数は、腺腔候補領域の面積（画素数）に対応して、下表のように変化させている。

面積（画素数）	孤立核の数
21以上200以下	2以上
201以上400以下	4以上
401以上800以下	5以上
801以上1000以下	7以上
1001以上1500以下	11以上
1501以上	15以上

なお、領域の面積（画素数）が20以下の領域は全て除去する。また、上記の面積と孤立核の数との関係は、状況に応じて変化させることがある。

#### ステップ21

ステップ20の処理により抽出された領域に対して、核の一致度を次の3つの場合に分けて調べる。

(1) 対象となる領域が、他の領域と接しており、領域内に管腔がある場合には、領域の全ての境界に対して核との一致度を調べる。

(2) 対象となる領域が、他の領域と接しており、領域内に管腔がない場合、他の領域と接していない境界についてのみ、核との一致度を調べる。

(3) 対象となる領域が他の領域と全く接していない場合、領域内の管腔の有無に拘らず、領域の境界全てに対して核の一致度を調べる。一致度はステップ18で用いたのと同じ式によって算出する。例えば第18図において、S1は管腔を持つ領域、S2、S3は管腔を持たない領域で、S1とS2とは境界を接している。また同図において0を付した画素は核と一致する画素である。S1はS2と境界を接し、かつ管腔を有しているので、(1)の方法に従って、左下がりの斜線で示すように、全境界の画素数を数え、この数に対する核と一致する画素数の比を求める。S2はS1と境界を接し、管腔を有していないので、(2)の方法に従って、右下がりの斜線で示した他の領域と接していない境界の画素数を数え、この画素数に対する他の領域と接していない境界における核と一致する画素数の比を求める。S3は他の領域と境界を接

3 1

していないので、(3)の方法に従って、領域の全ての境界の画素数を数え、これに対する核と一致する画素数の比を求める。

このようにして一致度を求めた後、その一致度が例えば0.78以下の領域は、管腔と考えにくいので、削除する。なお、上記の0.78という数値は状況に応じて変更することがある。このようにして抽出された領域が管腔領域となる。第8図(a)は、領域分割の画像NR(i,j)に画像TC(i,j)を重ねたものである。同図(b)はステップ19の処理により抽出された管腔候補領域、同図(c)はステップ20,21の処理を行なった後の画像である。

(7) 管腔領域の補正過程

上記のようにして抽出した管腔領域は、核領域を細線化したものを領域の境界としているので、実際の管腔領域とは若干ずれがある。従って、次に示すような処理に抽出された管腔領域を補正する。領域の境界上の或る画素P<sub>i</sub>に対して、核抽出画像N(i,j)=0となる全ての画素P<sub>j</sub>（ただし、管腔領域外）とのユークリッド距離D(P<sub>i</sub>, P<sub>j</sub>)を計算し、その値が最小のものをdとする。次にN(i,j)=1となる全ての画素P<sub>j</sub>において、P<sub>i</sub>からのユークリッド距離がdよりも小さく、他のどの領域にも含まれていない画素が存在する場合、その画素を新たに管腔領域とするものである。例えば、第19図の場合、斜線を施した部分が管腔の境界で、点線で示した部分が抽出された管腔領域に含まれていない核領域である。ここで、画素Pから見て核抽出画像N(i,j)において最も近い背景画素すなわち、N(i,j)=0はBである。PとBとは、隣接する画素間の距離を1とすると、水平方向に1、垂直方向に2の位置にあるので、PとBとのユークリッド距離dは $\sqrt{1^2+2^2}=\sqrt{5}$ である。そこで、Pからの距離が $\sqrt{5}$ 未満であって、他の領域に含まれていないN(i,j)=1である画素Nを新たに管腔領域とする。この処理を他の境界画素についても行なう。第8図(d)は、このようにして処理して得た画像である。なお、明るい部分が新たに加えられた管腔領域である。

3 3

していないので、(3)の方法に従って、領域の全ての境界の画素数を数え、これに対する核と一致する画素数の比を求める。

このようにして一致度を求めた後、その一致度が例えば0.78以下の領域は、管腔と考えにくいので、削除する。なお、上記の0.78という数値は状況に応じて変更することがある。このようにして抽出された領域が管腔領域となる。第8図(a)は、領域分割の画像NR(i,j)に画像TC(i,j)を重ねたものである。同図(b)はステップ19の処理により抽出された管腔候補領域、同図(c)はステップ20,21の処理を行なった後の画像である。

(7) 管腔領域の補正過程

上記のようにして抽出した管腔領域は、核領域を細線化したものを領域の境界としているので、実際の管腔領域とは若干ずれがある。従って、次に示すような処理に抽出された管腔領域を補正する。領域の境界上の或る画素P<sub>i</sub>に対して、核抽出画像N(i,j)=0となる全ての画素P<sub>j</sub>（ただし、管腔領域外）とのユークリッド距離D(P<sub>i</sub>, P<sub>j</sub>)

3 2

#### <発明の効果>

以上のように、この発明によれば、核を除く管腔領域を抽出する過程を新たに設け、核を細線化して得た境界内に、核を除く管腔領域または管腔領域があるものを管腔として抽出するようにしているので、管腔を有しない管腔や、核の分布状態が乱れて管腔の周囲を完全に取り巻いていないような管腔をも抽出することができる。

また、組織標本の作成時にヘマトキシリン・エオジン染色を行なった場合には、核の濃淡画像と骨の濃淡画像の対応する画素の差を取ることで、雑音が多く管腔が良く現われている濃淡画像GB(i,j)が得られ、赤の濃淡画像と骨の濃淡画像の対応する画素の差を取ることで、雑音が多く核が良く現われている濃淡画像RG(i,j)が得られる。従って、2値化により管腔領域及び核領域を抽出しやすい。

また、管腔領域抽出過程、核を除く管腔領域抽出過程、核領域抽出過程において、抽出された領域のうち所定面積未満の孤立した領域は、雑音と

3 4

見なされるので、これらを削除している。従って、管腔領域、枝を除く腺管領域、枝領域の2値化画像がさらに錯奇少なく得られる。

また、枝領域を細線化する際に、枝領域を拡張することにより枝領域を連結させて、細線化しているので、細線化された枝は連結されて容易に且つ正しく閉曲線化することができる。

さらに、腺腔領域を補正することにより抽出もれとなった枝領域を抽出することができるので、より正確に腺腔領域を抽出することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の各過程を示すフローチャート、第2図はこの発明の1実施例に使用する機器のブロック図、第3図(a)乃至(c)は濃淡画像の作成過程によって得られる画像を示す図、第4図は管腔抽出過程によって得られる画像を示す図、第5図(a)乃至(c)は枝を除く腺管領域の抽出過程においてそれぞれ得られる画像を示す図、第6図(a)、(b)は枝の抽出過程で用いられる各画像を示す図、第7図(a)乃至(d)は領域分割過程で得

られる画像を示す図、第8図(a)乃至(d)は腺腔領域の決定過程で得られる画像を示す図、第9図は管腔の抽出過程のフローチャート、第10図は管腔の抽出過程における領域補正の説明図、第11図は枝を除く腺管領域の抽出過程のフローチャート、第12図は枝を除く腺管領域の抽出過程における領域補正の説明図、第13図は枝の抽出過程のフローチャート、第14図は領域分割過程のフローチャート、第15図は領域分割過程における拡張の説明図、第16図は領域分割における第2段階領域統合の説明図、第17図は腺腔領域の決定過程のフローチャート、第18図は腺腔領域の決定過程における枝の一致度の求め方の説明図、第19図は腺腔領域の補正過程の説明図、第20図は腺腔の状態を示す図である。

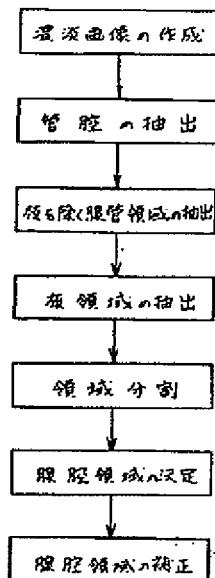
4……CCD TVカメラ、6……A/D変換器、8……画像メモリシステム、14……マイクロコンピュータシステム。

特許出願人 東亜医用電子株式会社  
代理人 清水 哲 ほか2名

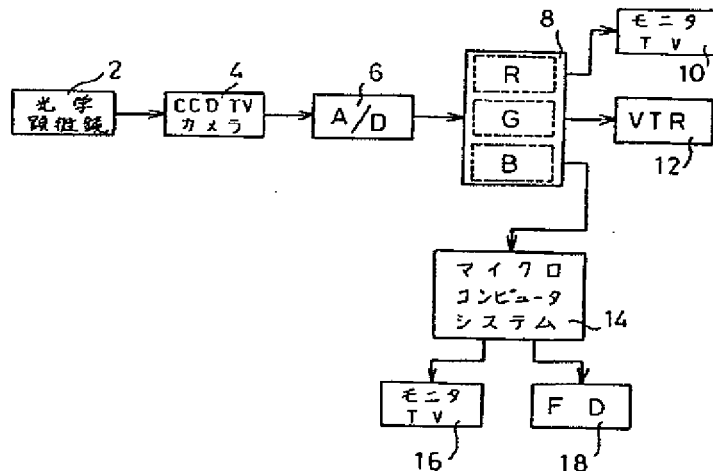
35

36

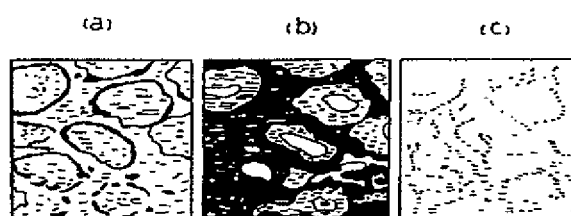
第1図



第2図



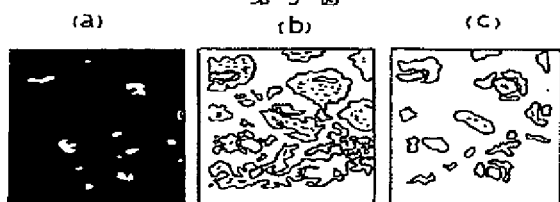
第 3 図



第 4 図



第 5 図

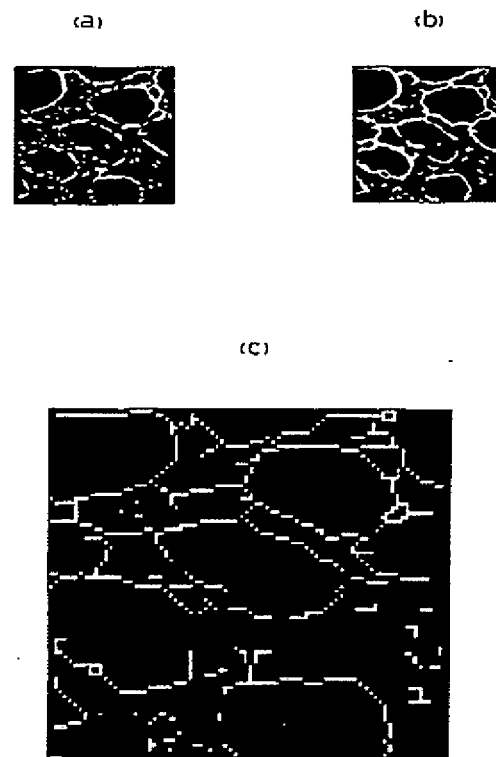


第 6 図



図面の浄番 (内容に変更なし)

第 7 図



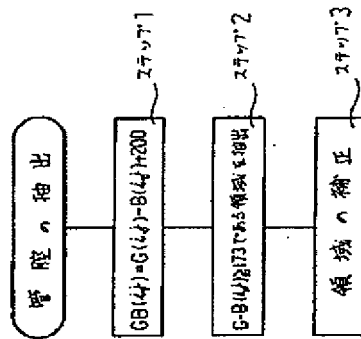
図面の浄書 (内容に変更なし)

第 7 図

(d)



第 9 図



第 10 図

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

第 8 図

(a)

(b)

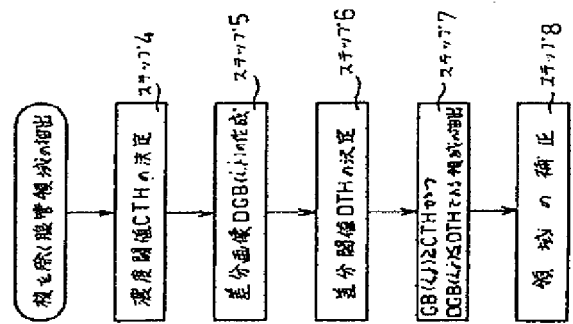


(c)

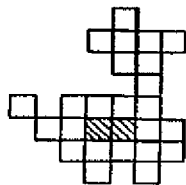
(d)



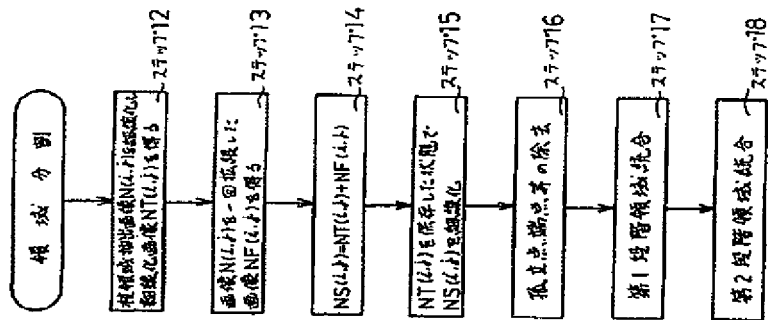
第 11 図



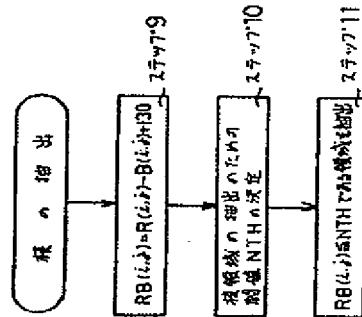
第12図



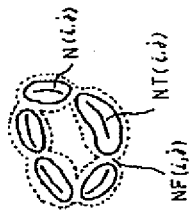
第14図



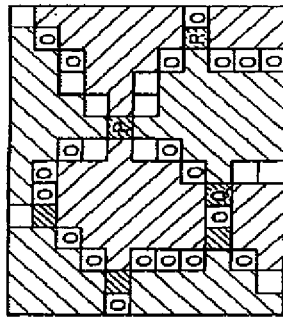
第13図



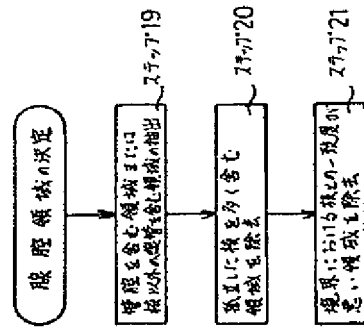
第15図

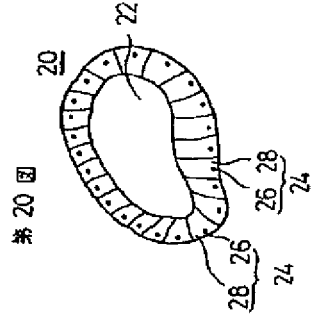
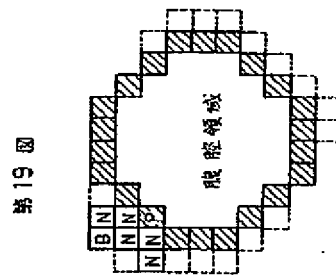
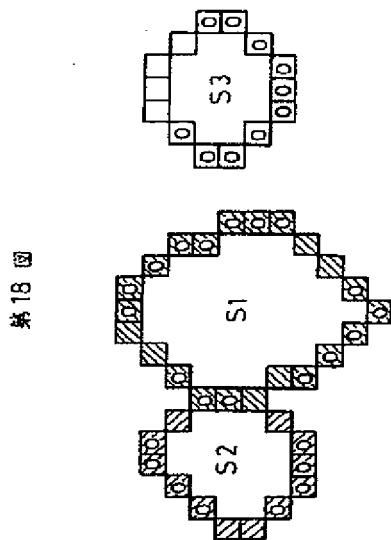


第16図



第17図





### 手続補正書 (方式)

昭和63年11月

特許庁長官 吉田文毅殿

#### 1 事件の表示

特願昭63-185145号

#### 2 発明の名称

胃組織の腔腔を抽出するための画像処理方法

#### 3 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 トウアイロウケンシ  
東亜医用電子株式会社

#### 4 代理人

郵便番号 651

住所 神戸市中央区西井通7丁目1番1号

神戸新聞会館内 電話(078)251-2211

氏名 (5376) 清水 哲

住所 同上

氏名 (6299) 田中

住所 同上

氏名 (6229) 森 司 正 明

#### 5 補正命令の日付

発送日 昭和63年10月25日

#### 6 補正の対象

図面の第7図及び第8図

#### 7 補正の内容

願書に最初に添付した図面の謄写・別紙の通り  
(内容に変更なし)。

添付書類

図面(第7図、第8図)

1通

以上

